

## Pengaruh Kecepatan Potong dan Makan terhadap Umur Pahat pada Pemesinan Frais Paduan Magnesium

Anang Ansyori

Jurusan Teknik Mesin Universitas Malahayati  
Jl. Pramuka, Rajabasa Bandar Lampung

### Abstrak

Mesin frais adalah mesin yang digunakan secara akurat untuk menghasilkan satu atau lebih pengerjaan permukaan benda dengan menggunakan satu atau lebih alat potong. Benda kerja dipegang dengan aman pada meja benda kerja dari mesin atau dalam sebuah alat pemegang khusus yang dijepit atau dipasang pada meja mesin. Selanjutnya benda kerja dikontakkan dengan pemotong yang bergerak maju mundur. Mesin frais merupakan mesin potong yang dapat digunakan untuk berbagai macam operasi seperti pengoperasian benda datar dan permukaan yang memiliki bentuk yang tidak beraturan, roda gigi dan kepala baut, boring, reaming. Kemampuan untuk melakukan berbagai macam pekerjaan membuat mesin frais merupakan salah satu mesin yang sangat penting dalam bengkel kerja.

Pada Penelitian ini proses pengefraisan magnesium dilakukan pada beberapa tingkat level parameter yaitu kecepatan potong dengan variasi ( $v$ ) 22,60 m/min, 32,15 m/min, 42,70 m/min, gerak makan 0,15 mm/rev, 0,20 mm/rev, 0,25 mm/rev, dan kedalaman potong 2 mm. Pengambilan data keausan pahat dilakukan menggunakan pocket mikroskop VB dan microscope 2 dengan pembesaran 50x. Data keausan pahat dicatat setiap kali pemotongan dan pemesinan akan dihentikan apabila aus mata pahat (VB) telah mencapai 0,3 mm. Umur pahat tertinggi diperoleh pada kecepatan potong 22,85 m/min dengan gerak makan 0,15 mm/rev yaitu selama 88 menit, sedangkan umur pahat terendah pada kecepatan potong 42,70 m/min dengan gerak makan 0,25 mm/rev yaitu selama 18 menit. Semakin besar kecepatan potong ( $V_c$ ) maka semakin cepat laju keausan pahat frais yang terjadi, yang disebabkan oleh suhu tinggi sebagai hasil dari gesekan antara pahat dan benda kerja.

**Kata kunci :** Mesin frais, Umur Pahat, Kecepatan Potong dan Gerak makan.

### PENDAHULUAN

Mesin frais adalah mesin *tools* yang digunakan secara akurat untuk menghasilkan satu atau lebih pengerjaan permukaan benda dengan menggunakan satu atau lebih alat potong. Benda kerja dipegang dengan aman pada meja benda kerja dari mesin atau dalam sebuah alat pemegang khusus yang dijepit atau dipasang pada meja mesin. Selanjutnya benda kerja dikontakkan dengan pemotong yang bergerak maju mundur. Mesin frais merupakan mesin potong yang dapat digunakan untuk berbagai macam operasi seperti pengoperasian benda datar dan permukaan yang memiliki bentuk yang tidak beraturan, roda gigi dan kepala baut, boring, reaming. Kemampuan untuk melakukan berbagai macam pekerjaan membuat mesin frais merupakan salah satu mesin yang sangat penting dalam bengkel kerja. [1].

Mesin frais juga paling mampu melakukan banyak tugas dari segala mesin perkakas. Permukaan yang datar maupun berlekuk dapat dimesin dengan penyelesaian dan ketelitian istimewa. Pemotong sudut, celah, roda gigi dan ceruk dapat dilakukan

dengan menggunakan berbagai pemotong. Pahat frais, pelumas lubang dan bor dapat dipegang dalam *soket arbor* dengan melepaskan pemotong dan *arbor*. Karena semua gerakan meja mempunyai penyetelan mikrometer, maka lubang dan pemotongan yang lain dapat diberi jarak secara tepat. Operasi pada umumnya yang dilakukan oleh *sekrup*, *kempa gurdi*, mesin pemotong roda gigi dan mesin pelumas lubang dapat dilakukan pada mesin frais. Mesin ini membuat penyelesaian dan lubang yang lebih baik sampai batas ketelitian dengan jauh lebih mudah dari pada sekrup. Pemotongan berat dapat diambil tanpa banyak merugikan pada penyelesaian atau ketepatannya. Pemotongnya efisien pada gerakannya dan dapat dipakai untuk waktu yang lama sampai perlu diasah kembali. Dalam kasus pada umumnya, benda kerja diselesaikan dalam satu lantaran dari meja. Keuntungan ini ditambah dengan ketersediaan dari pemotongan yang sangat beraneka ragam membuat mesin frais sangat penting dalam bengkel dan ruang perkakas [2].

Dalam proses pemesinan logam umur pahat dipengaruhi oleh keausan mata potong

pahat yang terjadi akibat gesekan antara mata pahat dan benda kerja. Keausan pahat ini akan semakin besar sampai batas tertentu, sehingga pahat tidak dapat digunakan lagi. Lamanya waktu mencapai batas keausan ini didefinisikan sebagai umur pahat (*tool life*).

Umur pahat tidak hanya dipengaruhi oleh geometri pahat, melainkan juga oleh semua faktor yang berkaitan dengan proses permesinan seperti jenis material benda kerja dan pahat, kondisi pemotongan (kecepatan potong, kedalaman potong, gerak makan dan waktu makan) juga akan mempengaruhi keausan pahat [3].

## TIJAUAN PUSTAKA

### Magnesium

Magnesium adalah unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki simbol Mg dan nomor atom 12 serta berat atom 24,31. Magnesium adalah elemen terbanyak kedelapan yang membentuk 2% berat kulit bumi, serta merupakan unsur terlarut ketiga terbanyak pada air laut. Logam alkali tanah ini terutama digunakan sebagai zat campuran (*alloy*) untuk membuat campuran aluminium-magnesium yang sering disebut "*magnalium*" atau "*magnelium*" [4].

Magnesium merupakan salah satu jenis logam ringan dengan karakteristik sama dengan aluminium tetapi magnesium memiliki titik cair yang lebih rendah dari pada aluminium. Seperti pada aluminium, magnesium juga sangat mudah bersenyawa dengan udara (Oksigen) [4]. Perbedaannya dengan aluminium ialah dimana magnesium memiliki permukaan yang keropos yang disebabkan oleh serangan kelembaban udara karena oxid film yang terbentuk pada permukaan magnesium ini hanya mampu melindunginya dari udara yang kering. Unsur air dan garam pada kelembaban udara sangat mempengaruhi ketahanan lapisan oxid pada magnesium dalam melindunginya dari gangguan korosi. Untuk itu benda kerja yang menggunakan bahan magnesium ini diperlukan lapisan tambahan perlindungan seperti cat atau meni.

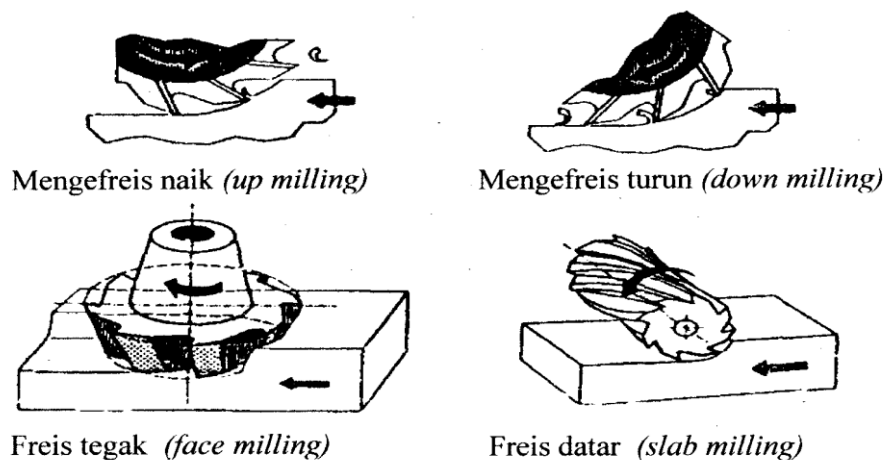
### Proses Frais

Proses frais adalah proses menghilangkan sebagian bahan/material untuk

membentuk permukaan eksternal yang dilakukan oleh pahat bermata potong jamak yang melakukan gerak potong berupa putaran dan benda kerja bergerak secara translasi sebagai gerak makan [5]. Dimana hal ini untuk menghilangkan sebagian dari material yang tidak diinginkan sehingga benda kerja mencapai dimensi, toleransi dan tingkat penyelesaian yang telah direncanakan sebelumnya. Secara umum, jenis pahat frais (*milling cutter*) dapat digolongkan menjadi dua yaitu pahat Frais selubung (*slub milling cutter*) dan pahat frais muka (*face milling cutter*). Pahat frais termasuk pahat bermata potong jamak dengan jumlah mata potong sama dengan jumlah gigi frais ( $z$ ). Berdasarkan jenis pahat yang digunakan, ada dua cara dalam proses frais yaitu mengefrais datar (*slab milling*) dengan sumbu putaran pahat Frais selubung sejajar permukaan benda kerja, dan mengefrais tegak (*face milling*) dengan sumbu putaran pahat frais muka tegak lurus permukaan benda kerja. Kemudian mengefrais datar dibedakan menjadi dua macam cara, yaitu : mengefrais naik (*up milling*) dan mengefrais turun (*down milling*).

Pada proses turun, akan menyebabkan benda kerja lebih tertekan ke meja dan meja terdorong oleh pahat yang mungkin suatu saat (secara periodik) gaya dorongnya akan melebihi gaya dorong ulir/roda gigi penggerak meja. Apabila sistem kompensasi "keterlambatan gerak balik" (*back lash compensator*) tidak baik, maka dapat menimbulkan adanya getaran bahkan kerusakan pada mesin. Proses frais naik lebih banyak digunakan karena alasan tersebut, akan tetapi keausan pahat lebih cepat karena mata potong lebih banyak menggesek benda kerja yaitu pada saat pahat mulai memotong (dimulai dengan ketebalan geram nol) dan selain itu permukaan benda yang dihasilkan akan lebih kasar. Dengan semakin baiknya konstruksi mesin, maka mengefrais turun cenderung dipilih karena lebih produktif dan benda kerja yang dihasilkan lebih halus.

Karena pemotongan dimulai dengan ketebalan geram yang besar maka mengefrais turun tidak dianjurkan pada permukaan benda kerja yang terlalu keras [6].



Gambar 1. Macam-Macam Proses Frais

### Parameter Proses Frais

Elemen dasar proses pemesinan umumnya adalah merupakan besaran atau variabel yang dapat diatur/dipilih. Dimana Spesifikasi geometri dari suatu produk, komponen mesin. Salah satu atau beberapa jenis proses pemesinan harus dipilih sebagai suatu proses, ukuran objektif ditentukan dan pahat harus menghilangkan sebagian material benda kerja sampai ukuran objektif tersebut dicapai.

Elemen dasar proses frais adalah sebagai berikut:

Kecepatan potong untuk proses frais dapat didefinisikan sebagai kerja rata-rata pada sebuah titik lingkaran pada pahat potong dalam satu menit. [5]. Kecepatan makan didefinisikan sebagai jarak dari pergerakan benda kerja sepanjang jarak kerja untuk setiap putaran dari spindel. Kedalaman potong didefinisikan sebagai kedalaman geram yang diambil oleh pahat potong. Waktu pemotongan adalah waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan suatu produk. Geram adalah potongan dari material yang dipindahkan dari benda kerja oleh pahat potong.

### Pahat Frais (Cutter)

Proses pembentukan geram dengan cara pemesinan berlangsung dengan cara mempertemukan dua jenis material. Untuk menjamin kelangsungan proses ini, maka jelas diperlukan material pahat yang lebih baik/unggul dari material benda kerja. Keunggulan tersebut dapat dicapai karena pahat dibuat dengan memperhatikan segi tertentu, yaitu [6]:

1. Kekerasan, yang cukup tinggi melebihi kekerasan benda kerja tidak saja pada

temperatur ruangan di sekitar peralatan, tetapi juga pada temperatur tinggi pada saat proses pembentukan geram berlangsung.

2. Keuletan, yang cukup besar untuk menahan beban kejutan yang terjadi pada saat proses pemesinan berlangsung, dimana benda kerja mengandung partikel/bagian logam yang keras (*hard spot*).
3. Ketahanan beban kejutan termal, diperlukan bila terjadi perubahan temperatur yang cukup besar secara berkala atau periodik.
4. Sifat adhesi yang rendah, untuk mengurangi afinitas benda kerja terhadap pahat, mengurangi laju keausan, serta penurunan gaya pemotongan.
5. Daya larut elemen/komponen material pahat yang rendah, dibutuhkan untuk memperkecil laju keausan akibat mekanisme difusi.

Dari banyak penelitian dapat dibuktikan bahwa pemotong dengan gigi-gigi yang kasar akan lebih efisien untuk menghasilkan/membuang geram, dibandingkan gigi-gigi yang halus, karena gigi kasar akan mengambil geram lebih tebal dan mempunyai aksi pemotongan lebih lebar serta ruang bebas lebih besar untuk laluan dari geram. Juga terbukti bahwa gigi-gigi halus mempunyai kecenderungan lebih besar untuk bergetar dibandingkan dengan gigi kasar, namun demikian, bila benda kerjanya tipis, maka tetap harus menggunakan gigi-gigi tipis.

### Kerusakan Dan Keausan Pahat

Umur pahat tidak hanya dipengaruhi oleh geometri pahat, melainkan juga oleh semua faktor yang berkaitan dengan proses

pemesinan seperti jenis material benda kerja dan pahat, kondisi pemotongan (kecepatan potong, kedalaman potong dan gerak makan), serta suhu dan tekanan pahat yang tinggi saat pemotongan. Selama proses pembentukan geram berlangsung, pahat dapat mengalami kegagalan seperti:

- Keausan yang secara bertahap membesar (tumbuh) pada bidang aktif pahat.
- Retak yang menjalar sehingga menimbulkan patahan pada mata potong pahat.
- Deformasi plastik yang akan mengubah bentuk/geometri pahat.

Keausan yang terjadi pada pahat dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu :

1. Keausan kawah (*crater wear*) yaitu keausan pada bidang geram. Umumnya disebabkan oleh proses abrasif.
2. Keausan tepi (*flank wear*) yaitu keausan pada bidang utama/mayor pahat.

#### Pertumbuhan Keausan

Kecepatan pertumbuhan keausan menentukan laju saat berakhirnya masa guna pahat. Pertumbuhan keausan tepi (*flank wear*) mengikuti bentuk, yaitu dimulai dengan pertumbuhan yang relatif cepat sesaat setelah pahat digunakan diikuti pertumbuhan yang linier setaraf dengan bertambahnya waktu pemotongan dan kemudian pertumbuhan yang cepat terjadi lagi. Saat dimana pertumbuhan keausan cepat mulai berulang lagi dianggap sebagai batas umur pahat, dan hal ini umumnya terjadi pada harga keausan tepi (VB) yang relatif sama untuk kecepatan potong yang berbeda [7].

Sampai saat batas ini, keausan tepi (VB) dapat dianggap merupakan fungsi pangkat (*power function*) dari waktu pemotongan ( $t_c$ ) dan bila digambarkan pada skala dobel logaritma maka mempunyai hubungan linier. Persamaan yang menunjukkan hubungan kecepatan potong dengan umur pahat pertama kali dikemukakan oleh F. W Taylor pada tahun 1907. Untuk harga yang tetap bagi batas dimensi keausan serta kombinasi pahat dan benda kerja tertentu, maka :

$$V \cdot T^n = C_T$$

Dimana :

$C_T$  = konstanta umur pahat Taylor

$V$  = kecepatan potong

$n$  = harga eksponen

Berbagai kemungkinan harga eksponen bagi suatu jenis pahat ditunjukkan pada tabel dibawah ini .

#### Pemesinan Kering (Dry Machining)

Pemesinan kering atau dalam dunia manufakturing dikenal dengan pemesinan hijau (*Green Machining*) merupakan suatu cara proses pemesinan atau pemotongan logam tanpa menggunakan cairan pendingin melainkan menggunakan partikel udara sebagai media pendingin selama proses pemesinan berlangsung untuk menghasilkan suatu produk yang diinginkan dengan maksud untuk mengurangi biaya produksi, meningkatkan produktivitas serta ramah lingkungan.

Mengingat persaingan dalam dunia manufakturing begitu ketatnya maka penelitian terhadap teknologi pemesinan hijau (*green machining*) terus dilakukan, karena walaupun teknologi pemesinan hijau (*green machining*) terus berkembang akan tetapi teknologi yang ada sekarang ini hanya mampu digunakan untuk proses dengan pemakanan yang kecil sehingga biasanya hanya dipakai untuk proses penghalusan (*finishing*).

#### Pemesinan Magnesium

Matrial magnesium merupakan salah satu bahan yang mulai dijadikan bahan alternatif dari besi dan baja tersebut. Magnesium adalah logam yang paling ringan diantara logam yang biasa digunakan dalam suatu struktur. Selain itu magnesium merupakan elemen terbanyak kedelapan yang membentuk 2% berat kulit bumi serta merupakan unsur terlarut ketiga terbanyak pada air laut. (Daryus 2008)

Dengan unsur yang melimpah tersebut maka wajar jika magnesium dijadikan bahan alternatif. Rasio masa jenis yang rendah dengan kekuatan yang ada pada paduan magnesium, merupakan sebuah keuntungan yang mendasari penggunaan paduan magnesium pada industri transportasi, dimana penurunan berat akan menurunkan konsumsi bahan bakar dan mengurangi emisi.

Dalam industri otomotif wilayah penggunaan magnesium biasanya berada dibagian depan dimana posisi mesin berada. Pengaruh berat di wilayah ini membantu meningkatkan performa dan kesetimbangan berat. Namun ada kekurangan dari matrial magnesium tersebut karena magnesium merupakan matrial yang mudah terbakar terutama pada saat permesinan dengan kecepatan potong dan pemakanan yang tinggi. Seiring dengan peningkatan kecepatan potong terjadi penumpukan magnesium pada rusuk pahat disebabkan pelengkungan antara

pahat potong dan benda kerja. Ini mengakibatkan masalah pemrosesan yang serius berkaitan dengan getaran dan toleransi. Hal yang lebih penting adalah bahaya penyalaan api pada pemrosesan kering paduan magnesium. Api akan terjadi bila titik leleh ( $400-600^{\circ}\text{C}$ ) tercapai [8].

Oleh karena itu pembentukan magnesium dengan pemrosesan (Machining) sering kali diperlukan perhatian khusus karena pada akhir pemotongan sering kali terjadi kekosongan (hangus) yang mengakibatkan sisa pemotongan menjadi mudah terbakar, hal ini disebabkan oleh terjadinya gesekan selama pemotongan, untuk itu ketajaman alat potong ini harus diperhatikan serta menyediakan peralatan pemadam kebakaran yang sesuai yaitu dry-fire extinguisher.

## METODOLOGI PENELITIAN

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

Pahat freis *High Speed Steels* (HSS) diameter 8 mm merupakan paduan dari 0,75%-1,5% Carbon (C), 4%-4,5% Chromium (Cr), 10%-20% Tungsten (W) dan Molybdenum (Mo), 5% lebih Vanadium (V), dan Cobalt (Co) lebih dari 12% (Childs, dkk, 2000)

Material yang digunakan magnesium, dengan komposisi kimia sebagai berikut: Mg 99.94%, Si 0.00017%, Cu 0.003%, Al 0.003%, Mn 0.0017%, Cl 0.001%, Na 0.003%, yang lainnya 0.016%.

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Mesin frais



Gambar 10. Mesin Frais

## Pengukuran keausan

Pada tahapan ini dilakukan pengukuran keausan mata pahat yang terjadi pada proses pembubutan berupa pengukuran dimensi-dimensi yang merupakan indikator penentu

keausan menurut study pustaka yang ada menggunakan alat ukur mikroskop guna memperoleh dimensi yang lebih akurat. Pada tiap-tiap pengukuran dimensi mata pahat dilakukan pengukuran sebanyak 3 kali guna memperoleh hasil pengukuran yang lebih akurat dan meminimalisir error.

Adapun langkah-langkah pengukuran dimensi keausan mata pahat adalah sebagai berikut :

- a. Kalibrasi mikroskop.
- b. Pengukuran keausan mata pahat dengan kecepatan putar mesin frais standar untuk mengetahui panjang umur pahat. Adapun keausan mata pahat dengan kedalam 0,3cm sesuai dengan studi pustaka yang ada.
- c. Semua data hasil pengukuran ditabulasi ke dalam tabel sebagai berikut:

## HASIL DAN PEMBAHASAN

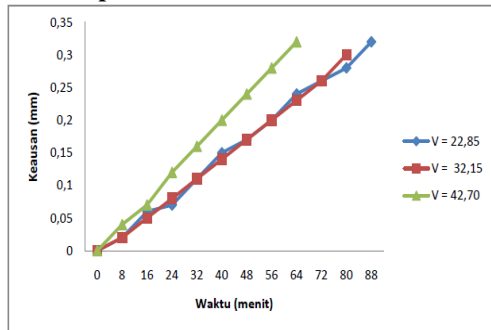
Pada Penelitian ini proses pengefraisan magnesium dilakukan pada beberapa tingkat level parameter yaitu kecepatan potong dengan variasi (v) 22,85 m/min, 32,15 m/min, 42,70 m/min, gerak makan 0,15 mm/rev, 0,20 mm/rev, 0,25 mm/rev, dan kedalaman potong 2 mm. Pengambilan data keausan pahat dilakukan menggunakan *pocket* mikroskop VB dan microscope 2 dengan pembesaran 50x. Data keausan pahat dicatat setiap kali pemotongan dan pemrosesan akan dihentikan apabila aus mata pahat (VB) telah mencapai 0,3 mm. Setelah dilakukan percobaan di Laboratorium Proses Produksi, maka di dapat hasil sebagai berikut :

Berdasarkan hasil percobaan, proses pemrosesan dengan menggunakan gerak makan 0,15 mm/rev memerlukan waktu 8 menit/langkah pemrosesan. Untuk pemrosesan dengan gerak makan 0,20 mm/rev menghabiskan waktu 5 menit/langkah pemrosesan, sedangkan pemrosesan dengan gerak makan 0,25 mm/rev menghabiskan waktu 3 menit/langkah pemrosesan. Pengukuran keausan mata pahat pada pemrosesan dengan kecepatan potong 42,7 m/min dilakukan pada tiap langkah pemrosesan, tetapi pada pemrosesan dengan kecepatan 32,15 m/min dan 23,86 m/min, pengukuran keausan mata pahat dilakukan tiap dua kali langkah pemrosesan. Pengukuran keausan mata pahat pada kecepatan 42,7 m/min dilakukan pada tiap langkah pemrosesan dikarenakan waktu langkah pemrosesan yang relatif singkat dan perkembangan aus pahat



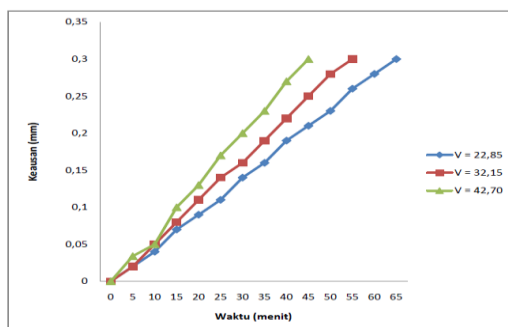
yang lebih cepat dibandingkan dengan pemotongan pada kecepatan potong 32,15 m/min dan 22,85 m/min. Batas maksimum aus pahat yang dijadikan patokan dalam percobaan ini adalah 0,3 mm (ISO 8868-1). Jika aus pahat telah mencapai nilai  $VB=0,3\text{mm}$ , maka proses pemotongan dihentikan.

#### Pengaruh kecepatan potong terhadap keausan pahat

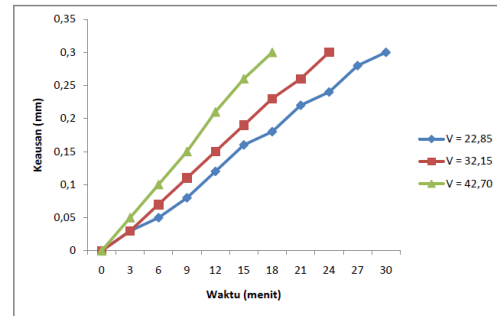


Gambar 18. Grafik laju keausan dengan gerak makan ( $f = 0,15 \text{ mm/rev}$ )

Pada Gambar 18 dapat dilihat bahwa penurunan umur pahat yang relatif sama terjadi apabila menaikkan kecepatan potong secara konstan. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi kecepatan potong maka gesekan antara pahat dan benda kerja akan semakin besar sehingga gesekan tersebut akan dirubah menjadi energi panas yang menyebabkan temperatur pemotongan naik. Seperti yang dilakukan Oleh Syafri dan Yohanes, [3] dengan penelitian yg berjudul menentukan umur dan menganalisa keausan pahat HSS *end mill* pada *machining center MC- 520 stama* dengan mengaplikasikan *MQL* dan *dry machining* untuk *high speed machining*. Semakin besar kecepatan potong maka semakin besar gesekan antara pahat dan benda kerja sehingga temperatur pemotongan menjadi tinggi yang menyebabkan pahat semakin cepat mengalami keausan.



Gambar 19. Grafik laju keausan dengan gerak makan ( $f = 0,20 \text{ mm/rev}$ )



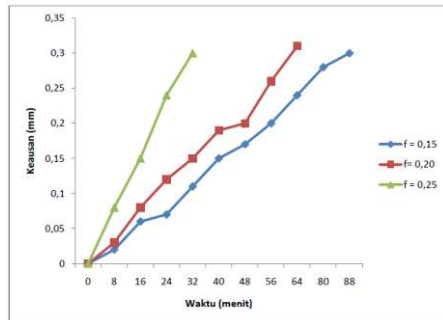
Gambar 20. Grafik laju keausan dengan gerak makan ( $f = 0,25 \text{ mm/rev}$ )

Pada Gambar 18 dapat dilihat bahwa telah terjadi penurunan umur pahat tidak begitu signifikan hanya sebesar 9,09 % apabila menaikkan kecepatan potong 32,15 m/min. Dan peningkatan sebesar 27,27 % terjadi ketika kecepatan potong dinaikan menjadi 42,70 m/min dengan gerak makan yang sama yaitu 0,15 mm/rev.

Sama seperti sebelumnya pada Gambar 19 dapat dilihat bahwa telah terjadi penurunan umur pahat sebesar 15,3 % apabila menaikkan kecepatan potong 32,15 m/min. Dan peningkatan sebesar 30 % terjadi ketika kecepatan potong dinaikan menjadi 42,70 m/min dengan gerak makan yang sama yaitu 0,20 mm/rev. pada Gambar 20 dapat dilihat penurunan umur pahat secara signifikan sebesar 20 % terjadi ketika kecepatan potong dinaikan menjadi 32,15 m/min dan kembali terjadi penurunan umur 40 % pada kecepatan potong 42,70 m/min dengan gerak makan yang sama yaitu 0,25 mm/rev.

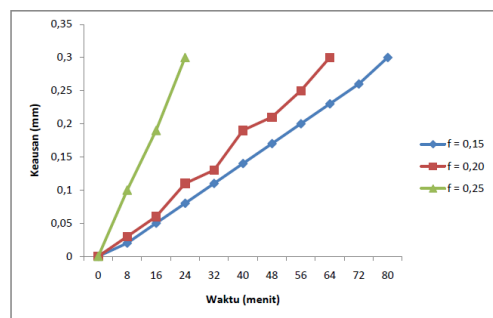
Penurunan umur pahat ini disebabkan pada saat kecepatan potong rendah, pahat mulai mengalami retak sehingga pada saat kecepatan potong dinaikan gesekan antara mata pahat dan benda kerja menjadi lebih besar maka pahat menjadi cepat aus. Secara umum dapat disimpulkan bahwa untuk setiap pemotongan umur pahat berkurang apabila kecepatan potong ditingkatkan. Sebagaimana yang disebutkan oleh peneliti sebelumnya [6] dikatakan bahwa suhu tinggi yang dihasilkan pada saat pemotongan mengakibatkan pergerakan antar partikel pada pahat menjadi lebih cepat, sehingga ikatannya cenderung melemah, akibatnya ikatan tersebut akan mudah terlepas karena adanya beban dampak yang berasal dari benturan antara pahat dan benda kerja saat dilakukan pemotongan.

### Pengaruh gerak makan terhadap laju keausan pahat frais

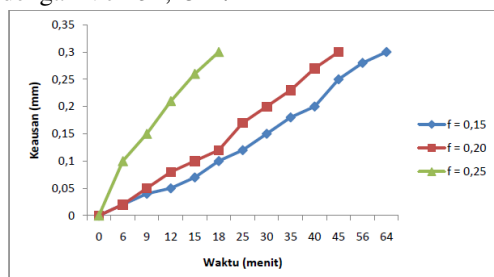


Gambar 21. Grafik hubungan laju keausan dengan  $V_c = 22,85$  m/min

Pada Gambar 21 dapat dilihat bahwa penurunan umur pahat hampir relatif sama pada setiap kenaikan gerak makan dengan kecepatan potong rendah. Hal ini disebabkan karena pada saat gerak makan rendah beban pemotongan rendah, dan semakin besar gerak makan maka beban pemotongan menjadi besar pula sehingga menyebabkan pahat menjadi cepat aus. Seperti yang dilakukan Syafri dan Yohanes, [3] bahwa selain kecepatan potong, parameter yang mempengaruhi keausan pahat adalah gerak makan. Karena semakin besar gerak makan maka semakin besar beban pemotongan sehingga menyebabkan pahat menjadi cepat aus.



Gambar 22. Grafik hubungan laju keausan dengan  $V_c = 32,15$  m/min



Gambar 23. Grafik hubungan laju keausan dengan  $V_c = 42,70$  m/min

Pada Gambar 21 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan umur pahat secara signifikan sebesar 26 % apabila menaikkan gerak makan menjadi 0,20 mm/rev. Dan peningkatan sebesar 66 % terjadi ketika gerak makan dinaikkan menjadi 0,25 mm/rev dengan kecepatan potong yang sama yaitu 22,85 m/min. Sama seperti sebelumnya pada Gambar 22 dapat dilihat penurunan umur pahat secara signifikan sebesar 31 % terjadi ketika gerak makan dinaikkan menjadi 0,20 mm/rev dan kembali terjadi peningkatan sebesar 70 % pada gerak makan 0,25 mm/rev dengan kecepatan potong yang sama yaitu 32,15 m/min. Pada Gambar 23 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan umur pahat secara signifikan sebesar 29% apabila menaikkan gerak makan menjadi 0,20 mm/rev. Dan peningkatan sebesar 71 % terjadi ketika gerak makan dinaikkan menjadi 0,25 mm/rev dengan kecepatan potong yang sama yaitu 42,70 m/min. Hal ini dikarenakan pada kecepatan potong yang tinggi pahat frais mendapat beban yang sangat besar pada saat pemotongan sehingga pahat mengalami laju keausan yang sangat signifikan dan menyebabkan umur pahat menjadi relatif lebih pendek.

Didik Nurhadiyanto [9] mengadakan penelitian pengaruh parameter pemotongan terhadap keausan pahat. Hasil yang diperoleh bahwa, kecepatan potong, kecepatan pemakanan, dan kedalaman potong serta interaksi ketiga variabel mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap keausan tepi pahat. Haus muka rusuk pahat yang terjadi pada penelitian ini adalah keausan tepi (*flank wear*) yaitu keausan pada bidang utama/mayor pahat. Laju keausan tepi dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

### KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh kecepatan potong terhadap keausan pahat frais pada pengefraisan magnesium maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Umur pahat tertinggi diperoleh pada kecepatan potong 22,85 m/min dengan gerak makan 0,15 mm/rev yaitu selama 88 menit, sedangkan umur pahat terendah pada kecepatan potong 42,70 m/min dengan gerak makan 0,25 mm/rev yaitu selama 18 menit (Tabel 4.10).
2. Semakin besar kecepatan potong ( $V_c$ ) maka semakin cepat laju keausan pahat frais yang terjadi, yang disebabkan oleh

- suhu tinggi sebagai hasil dari gesekan antara pahat dan benda kerja.
3. Parameter yang berpengaruh terhadap umur pahat pada pengefraisan magnesium adalah kecepatan potong ( $V_c$ ), gerak makan ( $f$ ), dan kedalaman potong ( $a$ ).
  4. Geram yang dihasilkan dalam proses pengefraisan dari awal hingga mencapai nilai keausan 0,3 mm cenderung mengalami perubahan bentuk, hal ini disebabkan oleh perubahan geometri pahat Gambar 25.
- [9]. Didik Nurhadiyanto. 2002. *Pengaruh parameter pemotongan terhadap keausan pahat*, skripsi. Online.  
<http://www.slideshare.net/wijayoa/prosid-ing/seminar-nasional-jptm-uny-th2012>

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Andriyansyah, 2013. *Pengaruh parameter pemotongan terhadap kekasaran permukaan pada pengefraisan magnesium menggunakan vortextube cooler*. Journal. Unila.
- [2]. B.H. Amstead, 1998. *Mesin frais sangat penting dalam bengkel dan ruang perkakas*. Online.  
<http://riedwacr.blogspot.com/2013/02/mesin-frais-pengertian-mesin-frais.html>
- [3]. Syafri dan Yohanes, 2008. *Menentukan umur dan menganalisa keausan pahat HSS end mill pada machining center MC- 520 stama dengan mengaplikasikan MQL dan dry machining untuk high speed machining*, Skripsi. Online.
- [4]. Daryus, 2008. *Magnesium dan paduan magnesium*. Online.  
<http://mesin-ub.ac.id/jurnal/jurnal/download.php?id.226>
- [5]. Krar, 1997. *Definisi dari Kecepatan Potong, Gerek Makan, dan kedalaman Potong*. Online.  
<http://ismantoalpha.blogspot.com/2009/12/variabel-r-proses-frais.html>
- [6]. Rochim, 1993. *Jenis Mesin Frais dan Pahat Frais*. Online.  
[www.slideshare.net/mesin-frais](http://www.slideshare.net/mesin-frais)
- [7]. Kalpakjian dan Schmid, 2001. *Suhu salah satu faktor penting yang berkontribusi terhadap aus mata pahat*. Online.  
<http://journal.eng.unila.ac.id/index.php/mech/article/download/224/217>
- [8]. Haris mahrudin 2013. *Bahaya penyalaan api pada pemesinan kering paduan magnesium. Api akan terjadi bila titik leleh ( $400-600^{\circ}C$ ) tercapai*. Online.  
<http://journal.eng.unila.ac.id/index.php/fema/article/download/48/43>